ASSOCIAZIONE MINERARIA SUBALPINA

4812

ATTI DELLA GIORNATA DI STUDIO SU

LE FLUORITI ITALIANE

Torino, 16 dicembre 1972

VOLUME I

Notizie sullo svolgimento
RELAZIONI GENERALI
INTERVENTI

Edizioni di C. Fanton & C. - Torino 1973

Redatti a cura della

ASSOCIAZIONE MINERARIA SUBALPINA

c/o Istituto di Arte Mineraria - Politecnico - Corso Duca degli Abruzzi, 24 - 10129 Torino

Vietata la riproduzione senza l'autorizzazione scritta

Editrice S.P.E. di Carlo Fanton &- C. - 10138 Torino - via Avigliana 21 - Telefono 74.06.51
TORINO 1973

L'Associazione non è responsabile delle opinioni espresse dagli Autori nelle loro relazioni. Per quanto riguarda gli interventi orali, si è cercato di ottenerne la revisione da parte degli oratori; quando ciò non è stato possibile, i testi compresi in questo volume corrispondono al contenuto dei nastri magnetici registrati durante le sedute.

COMITATO ORGANIZZATORE DELLA MANIFESTAZIONE

Prof. Dott. Ing. Enea Occella (*Presidente*)

Prof. Dott. Ing. Sebastiano Pelizza

Prof. Dott. Ing. Giuliano Perna

Prof. Dott. Ing. Stefano Zucchetti

Dott. Ing. Vanni Badino (*Segretario*)

CONSIGLIO DIRETTIVO DELL'ASSOCIAZIONE MINERARIA SUBALPINA

Prof. Dott. Ing. Lelio Stragiotti (*Presidente*)
Dott. Ing. Mario Catella (*Vice Presidente*)
Prof. Dott. Ing. Luigi Peretti (*Vice Presidente*)
Dott. Ing. Salvatore Mancuso
Dott. Ing. Angelo Morra
Dott. Ing. Alberto Motta
Dott. Ing. Sergio Toscana
Ufficio Minerario di Torino (rappresentato dal Dott. Ing. Teresio Micheletti)
Dott. Ing. Matteo Valinotti
Dott. Ing. Ernesto Armando (*Tesoriere*)
Dott. Ing. Sebastiano Pelizza (*Segretario*)

INDICE

La Giornata di Studio su « Le fluoriti italiane »

Nascita della manifestazione e fase organizzativa . . . . . pag. IX
Cronaca dei lavori . . . . . » X
Presentazione dei volumi degli Atti . . . . . » XIII

ATTI

Cerimonia di apertura

Saluto e introduzione del Prof. Lelio Stragiotti
Presidente dell'Associazione Mineraria Subalpina . . . . . » 3

Saluto del Dott. Vittorio Ugo Ristagno
Direttore Generale delle Miniere . . . . . » 10

Saluto del Prof. Antonio Cavinato
Presidente Onorario del Symposium . . . . . » 11

Seduta antimeridiana

Relazioni

GIULIANO PERNA: Giacimenti della regione alpina . . . . . » 15
STEFANO ZUCCHETTI: I giacimenti di fluorite dell'area peninsulare italiana . » 31
PIERO ZUFFARDI: I giacimenti fluoritici della Sardegna . . . . . » 57

Interventi . . . . . » 73

Seduta pomeridiana

Relazioni

PAOLO PIGA: Ricerca e valutazione dei giacimenti . . . . . » 93
ENEA OCCELLA: Problemi di arricchimento . . . . . » 101
MARIO CARTA: Aspetti economici e prospettive . . . . . » 119

Interventi . . . . . » 134

P. ZUFFARDI, *Presidente*

Rubo un minuto per assolvere un gradito compito: portare la adesione della Società Italiana di Mineralogia e Petrologia, di cui sono Presidente. Scusami, Stragiotti, avrei dovuto dirtelo prima, e te ne chiedo scusa ancora.

Ed ora sentite, Signori Relatori generali: diamo retta a Stragiotti; siamo in ritardo di mezz'ora: *rassegnamoci* a stare nei 30 minuti per ciascuna relazione. Io comunque al 28° minuto farò un segno, al 31° farò un baccano tale che dovrete smettere per forza. L'unico Relatore cui lascerò un po' più di tempo sarà il terzo della mattina (scusatemi la battuta).

Perna, per favore, vuoi iniziare la Tua relazione?

Il Prof. Perna ci parlerà dei giacimenti alpini.

Il Prof. Giuliano Perna durante l'esposizione della sua relazione.

GIACIMENTI DELLA REGIONE ALPINA

Giuliano Perna

PREMESSA

Nelle Alpi italiane vi sono importanti giacimenti di fluorite, nonché numerose manifestazioni, come risulta dalla cartina allegata, nella quale sono stati riuniti in gruppi affini per incassamento, età e genesi (« distretti fluoritiferi »), e distinti in ordine di importanza. Darò una brevissima descrizione di ciascuna mineralizzazione iniziando da quelle delle Alpi Occidentali; per notizie più dettagliate rinvio ai lavori citati in bibliografia, dai quali le notizie sono, per la maggior parte, desunte.

Nel bergamasco in una zona ristretta figurano giacimenti sedimentari in terreni di età diversa, e giacimenti filoniani: in questo caso possiamo parlare di « provincia fluoritifera »; lo stesso può dirsi del Trentino-Alto Adige ed, in misura più modesta, della Carnia.

A. *Distretto dell'Argentera*

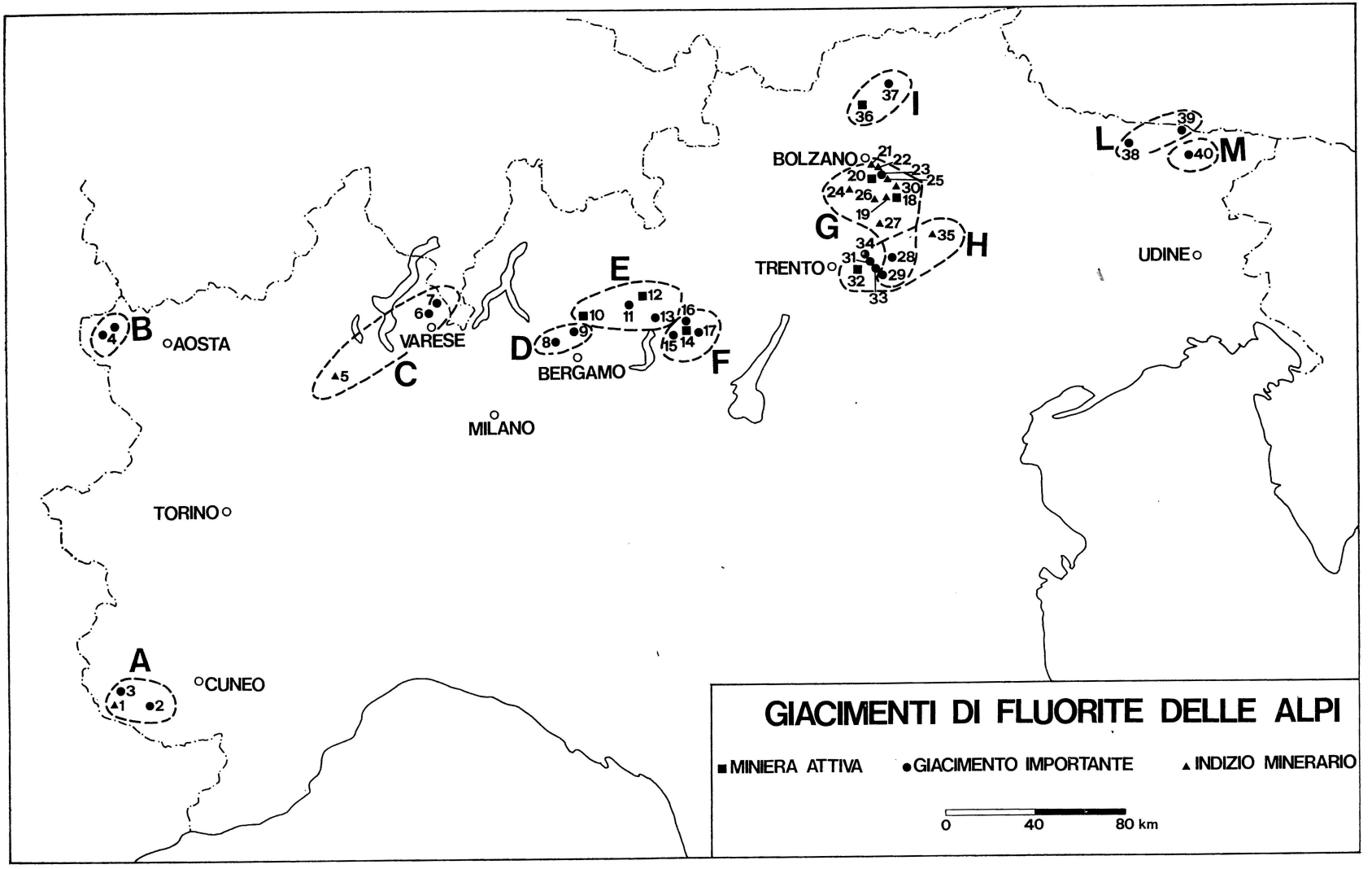
Il giacimento di *Ruà* (1)* si trova nel Massiccio dell'Argentera, nelle Alpi Marittime, ed affiora nei due versanti del Vallone dei Bagni di Vinadio; fu coltivato sin dai tempi remoti per galena.

È un filone idrotermale di direzione N 10° W, immersione 75 ÷ 80° NW, incassato in modo discordante nelle anatessiti, che hanno direzione di scistosità N 60° E.

I lavori e gli affioramenti si sviluppano su un dislivello di 240 m sul versante destro e 120 m su quello sinistro; la mineralizzazione è a galena, blenda, calcopirite, pirrotina, pirite, arsenopirite, rara marcasite, in ganga costituita da quarzo, calcite e fluorite. Vi sono anche filoni e vene secondarie sia a tetto che a letto; nella parte meridionale (versante destro) al livello S. Carlo (q 1505) è presente un filone discordante di fluorite, di direzione N 15° E, subverticale.

---

* I numeri tra parentesi indicano i « distretti fluoritiferi », come risulta alla allegata cartina.


GIACIMENTI DI FLUORITE DELLE ALPI
■ MINIERA ATTIVA
● GIACIMENTO IMPORTANTE
▲ INDIZIO MINERARIO
0
40
80 km
BOLZANO
TRENTO
UDINE
AOSTA
VARESE
BERGAMO
MILANO
TORINO
CUNEO
A
B
C
D
E
F
G
H
I
L
M

GIACIMENTI DI FLUORITE DELLE ALPI

A. *Distretto dell'Argentera*

1. Ruà - **2.** Bergemoletto - **3.** Ciardola

B. *Distretto di Courmayeur*

4. Trou des Romains

C. *Distretto delle vulcaniti permiane della Bassa Valsesia e del Varesotto*

5. Gattinara - **6.** Valvassera - **7.** Brusimpiano

PROVINCIA BERGAMASCA

D. *Distretto della Bassa Val Brembana*

8. Monte Albenza - **9.** Camissinone

E. *Distretto del calcare metallifero*

10. Paglio Pignolino - **11.** Valzurio - **12.** Presolana - **13.** Case Camorelli

F. *Distretto di Torgola*

14. Torgola - **15.** Pezzazè - **16.** Costarica - **17.** S. Colombano

PROVINCIA ATESINA

G. *Distretto delle vulcaniti atesine*

18. Prestavel - **19.** Pozzi - **20.** Vallarsa - **21.** Campegno - **22.** Case Prato - **23.** Mezzadri - **24.** Castelvecchio - **25.** Grotte - **26.** Fontanefredde - **27.** Val Cadino - **28.** Malga Baessa - **29.** Monte Zaccon - **30.** Masi Bianchi

H. *Distretto delle metamorfiti della Valsugana*

31. Prati Imperiali - Centopozzi - **32.** Vignola - **33.** Erterli - **34.** Fierozzo - **35.** Caoria

I. *Distretto di Sarentino*

36. Corvara - **37.** Cima Tramin

PROVINCIA CARNICA

L. *Distretto della Catena Paleocarnica*

38. Comeglians - **39.** Monte Val Dolce - Monte Cavallo

M. *Distretto della Val d'Aupa*

40. Val d'Aupa

M. CARTA, *Presidente*

Grazie, Prof. Piga.

Il Prof. Occella può ora esporre la sua relazione.

Il Prof. Enea Occella durante la presentazione della sua relazione

PROBLEMI DI ARRICCHIMENTO

Enea Occella

1 - *Premessa*

L'accostamento di temi naturalistici e tecnici in questa giornata di studio trae la sua ragione dallo stesso concetto del giacimento minerario, come potenziale riserva produttiva; in questo orizzonte la preparazione dei minerali può fornire alcuni mezzi di caratterizzazione delle mineralizzazioni — delle quali abbiamo inteso numerosi esempi nel corso della mattinata — affinchè esse possano fregiarsi del titolo di « giacimento minerario ».

Si sentirà parlare nel corso di questa sessione di grezzi ad elevatissimo grado di finezza, di grezzi con tenori assai più bassi di quelli fluoritici convenzionali, di possibilità di contributo comune di varie industrie estrattive per l'alimentazione di impianti di trattamento centralizzati. Ebbene, bastano questi soli tre casi tipici a rappresentare esempi per cui i tecnici della mineralurgia debbono fornire ai prospettori ed agli imprenditori gli strumenti per valorizzare nuove mineralizzazioni, rispettivamente a tessitura finissima, a basso tenore e di modesta entità, che possono assumere il ruolo di depositi minerari, purchè vengano risolti i complessi problemi che risultano nell'attuazione di un trattamento meccanico o chimico, per ottenere prodotti idonei all'uso industriale.

Con il determinante contributo che l'Università di Cagliari — rappresentata dall'Istituto di Arte mineraria e di Preparazione dei minerali diretto dal prof. Carta — ha dato per la riuscita di questa sezione della Giornata di studio, 10 autori, in 5 comunicazioni hanno praticamente coperto il campo su cui la mia relazione generale deve estendersi, che spazia dalla caratterizzazione dei grezzi tipici, ai problemi di preconcentrazione, a quelli di arricchimento finale, con qualche scorcio su ricerche sperimentali ed alcune considerazioni sulla fisica della super-

ficie, per terminare con esempi di problemi di esercizio. Proprio in quest'ordine cercherò di esporre le mie considerazioni, collegando i vari contributi, per terminare con il problema nuovo ed appassionante del trattamento dei finissimi fluoritici, che penso possa raccogliere l'interesse di molti studiosi, giacimentologi e tecnici, i quali hanno voluto partecipare ai nostri lavori.

2 - *Caratteristiche dei grezzi fluoritici.*

Esaminerò quindi anzitutto e rapidamente le caratteristiche dei grezzi coltivati in Italia: mi sembra che, dal punto di vista tecnico, si possano inquadrare le mineralizzazioni sottoponibili ad arricchimento in base ad uno schema che costituisce un'estensione della classificazione presentata da ALFANO, CARBINI e DEL FÀ nella memoria « *Problemi tecnico-economici nella preconcentrazione dei minerali fluoritici* », agli effetti della loro epurabilità e delle possibilità di ottenere i tipici prodotti richiesti dall'industria.

Lo schema dovrebbe effettivamente essere integrato dalla definizione delle caratteristiche tessiturali (granulometria originaria e grado di compenetrazione dei costituenti), connesse anche con la reciproca coesione e con la fragilità differenziale dei componenti, che sono elementi di grande importanza per la valutazione delle possibilità di applicazione di vecchi e nuovi sistemi di arricchimento e per la connessa scelta di un diagramma di trattamento.

Eccolo:

1) grezzi a barite-fluorite-solfuri, con barite prevalente ed eventuale presenza di sensibili quantità di solfuri;

2) grezzi a fluorite-barite-solfuri, con fluorite prevalente;

3) grezzi a fluorite, con modeste proporzioni di barite e solfuri (ed al limite, mineralizzazioni con sola associazione a silice, silicati e calcite);

4) grezzi a fluorite, caratterizzati da una finissima dispersione di elementi incoerenti o semicoerenti, in presenza di barite, carbonati, silicati, silice, accessori vari (tra cui apatite).

Occorre però ancora ricordare che la Sardegna è d'altra parte una potenziale interessantissima riserva di minerali fluoritici misti cui ha accennato Zuffardi, per i quali delle associazioni corrispondenti ad aree metaforfiche (a magnetite, fluorite, silicati femici, scheelite, epidoti, granati, felspati, quarzo microcristallino, ecc.), potrebbero porre nuovi problemi ai ricercatori e nuove prospettive di valorizzazione della fluorite come sottoprodotto.

La granulometria dei cristalli nei grezzi da sottoporre ad arricchi-

mento — anche se una generalizzazione rischia di assumere troppo marcato aspetto scolastico e di trascurare importanti eccezioni — può seguire la classificazione precedente; essa va con una certa regolarità diminuendo dall'ordine di alcuni mm nel primo caso, a quello del decimo di mm, sino al mm, nel 2° e 3°, per scendere al di sotto del decimo di mm — spesso con prevalenza delle classi dell'ordine della decina di micron se non del micron, nell'ultimo. Tutto ciò conduce a ravvisare una difficoltà di epurazione crescente dai primi agli ultimi termini dell'elenco, almeno per quanto concerne le caratteristiche tessiturali dei grezzi da sottoporre alla concentrazione finale.

3 - *La preconcentrazione dei grezzi*

Diversa è ovviamente la situazione per quanto attiene la *preconcentrazione dei grezzi*, determinata essenzialmente dalla quantità e dal tipo dei minerali associati, oltrechè soprattutto dall'inquinamento da frammenti delle rocce d'incassamento. Il 4° gruppo di grezzi sopra indicato costituisce anche a questo riguardo un termine a sè.

La dimensione massima dei grani compatibile con la preconcentrazione dei grezzi fluoritici italiani corrisponde per lo più a circa 20-30 mm: il che determina la possibilità d'impiego di apparati statici di separazione per densità, del tipo a tamburo, adatti a granulometrie relativamente fini, ovvero, più frequentemente, dei cicloni in mezzo denso. L'utilità di scendere nella preconcentrazione sino a dimensioni dell'ordine di grandezza di 0,5-1 mm porta ovviamente nella massima parte dei casi all'adozione del sink-float dinamico. In qualche caso ancora, laddove appaia economicamente possibile coltivare depositi minerari di piccola entità con ridotte produzioni giornaliere, una preconcentrazione con crivelli può essere presa in seria considerazione. Infine, per i grezzi del 4° tipo prima definito, un prearricchimento non è ovviamente possibile in termini classici, ma mezzi particolari di epurazione preliminare (dai cicloni classificatori alle microgriglie ed eventualmente alla separazione elettrica) potranno caso per caso essere considerati.

ALFANO, CARBINI e DEL FÀ esaminano anche le possibilità di prearricchimento in base alla frantumazione selettiva, giungendo — per i casi studiati — a conclusioni un poco pessimistiche; tuttavia i risultati sperimentali non parrebbero giustificare troppo scetticismo, poichè tra le esemplificazioni portate per cicli di frantumazione ad urto a circuito aperto in 1 o 2 stadi, a circuito chiuso sotto 22 mm ed in base ad una combinazione della frantumazione selettiva a circuito chiuso con la preconcentrazione in mezzo denso dei prodotti grossolani residuati, operando su un grezzo al 36 % in fluorite, è possibile riscontrare risultati di

significato tecnico comparabile con quelli relativi ad una separazione classica per densità. Pertanto la comminuzione differenziale può essere considerata almeno in qualche caso con buoni titoli per la preconcentrazione di taluni grezzi fluoritici, anche se può essere preventivata la perdita di qualche punto nel recupero del CaF_2, ma avendo invece riguardo alla notevole semplificazione del procedimento rispetto al sink-float ed alla maggior quantità di variabili suscettibili di regolazione (velocità del rotore, registrazione della posizione delle piastre d'urto, portata di grezzo, eventuale riciclazione parziale). È tuttavia da rilevare che nel caso studiato — tenuto conto della necessità di raccogliere i fini non trattati con il preconcentrato — i rapporti di concentrazione realizzati globalmente erano dell'ordine di 1,3, eliminandosi solo il 25 % circa di sterili, con recuperi del 95 % della fluorite contenuta nel grezzo.

Un aspetto da considerare nell'attuale situazione di sempre maggiore concentrazione degli impianti è quello della flessibilità che può derivare da una loro razionale alimentazione, qualora sia possibile associare e miscelare in uno stesso impianto grezzi provenienti da varie fonti; la costanza della composizione che ne può scaturire per il grezzo così ricostituito, ovvero i ritocchi alla composizione dei prodotti che si possono realizzare in un certo senso controbilanciano la complicazione che nasce in un ciclo quando la sua alimentazione, costituita da una miscela, risulti qualitativamente più complessa di quella dei singoli minerali componenti.

Mediante il trattamento delle miscele, lo sforzo delle laverie apparirebbe così indirizzabile verso la possibilità di utilizzazione di grezzi a tenori molto bassi (gli autori citano il caso di tenori dell'ordine di soltanto l'8 %, quando però sia nel contempo sensibile e d'interesse economico il quantitativo di barite presente: ad esempio 20 %), purchè miscelati con altri rinfusi a maggior tenore.

4 - *La flottazione della fluorite*

Venendo a trattare dei problemi di *concentrazione finale* della fluorite, il processo di flottazione risulta a tutt'oggi il metodo di generale applicazione per l'ottenimento di prodotti commerciali, e segnatamente di fluorite di grado acido. In proposito non si può far a meno di segnalare con un elogio il contributo chiaro, ordinato e completo dato da GHIANI e MASSACCI, con la loro comunicazione (« *L'arricchimento per flottazione dei grezzi fluoritici* ») che, da sola, possiede la veste di una limpidissima relazione generale. Scorrendo le pagine di questa lunga memoria — nè il tempo a disposizione consente di far altro — si nota anzitutto l'inquadramento delle specificazioni del mercato della fluorite per i tipici gradi dei prodotti; in proposito v'è però

da ricordare che un certo loro uso promiscuo si è andato accentuando negli ultimi tempi, soprattutto per quanto concerne i prodotti ad uso metallurgico e per l'industria chimica, con un corrispondente livellamento dei prezzi rispetto a quelli di qualche anno addietro: con ciò fatta salva la necessità della pellettizzazione dei concentrati fini destinati all'uso metallurgico.

Gli autori si soffermano sui collettori tipici della fluorite, insistendo ovviamente sui reattivi carbossilici; la loro esperienza diretta pone in evidenza l'importanza dell'adozione di « oleine » con bassa proporzione di acidi saturi, dotate di una frazione non satura costituita da acido oleico e linoleico, ed induce a porre l'accento sull'importanza dell'emulsionamento preliminare dei relativi agenti e sull'influenza della temperatura sul suo meccanismo.

Altri argomenti su cui spazia la memoria di GHIANI e MASSACCI sono: l'immissione frazionata del collettore nel caso di grezzi complessi, lungo il circuito di sgrossatura; l'influenza della concentrazione di solido e della durezza delle acque, con particolare riguardo ai cationi; i riflessi della temperatura in fase di flottazione e della pratica del riscaldamento. Venendo a trattare degli *agenti inibitori* per le più correnti ganghe litoidi, gli autori esaminano successivamente:

a) l'influenza del pH e del silicato sodico sulla depressione del quarzo, dei silicati e degli ossidi;

b) il ruolo dei tannini, degli amidi e del silicato sodico nella depressione della calcite;

c) l'effetto dei ligninsulfonati e dei bicromati sulla inibizione della barite e della celestina.

Dette considerazioni sono integrate da un'accurata valutazione critica dell'azione dei principali agenti modulanti, in particolare considerando ancora che:

1) i carbossilati agiscono nel migliore dei modi per il collezionamento della fluorite a pH basico (o più spesso neutro), realizzato con addizione di carbonato sodico, anzichè soda caustica o calce;

2) il silicato sodico — che determina incrementi di recupero soprattutto sulle granulometrie ultrafini, regolando nel contempo l'effetto schiumogeno del collettore — trova condizioni ottime d'impiego in miscele al 40 % di solfato cromico o al 20 % di solfato di zinco;

3) l'addizione di fluoruro sodico agli amidi concorre ad incrementare la selettività della separazione dalla calcite e, subordinatamente, dai silicati ed ossidi metallici;

4) i ligninsulfonati, di delicato impiego già a causa della necessità di un preciso controllo della loro concentrazione, sono ossidabili con

facilità, risultando ancora inefficaci nella depressione della barite, precedentemente collezionata con alchilsolfati;

5) al contrario, i cromati e bicromati alcalini, in ogni condizione di pH, non alterano le condizioni di flottazione della fluorite.

Riassunte le principali tecniche di modulazione, che essi ritengono più efficaci per una selettività della flottazione della fluorite (v. Tab. 1),

TAB. 1 - *Procedure standard di modulazione*

Grezzi a fluorite con	Reattivi modulanti	Quantità (g/t)	pH della torbida
silice e/o silicati (eventualm. ossidi)	Na-silicato	200-500	8-9
calcite-silice	amido	300-1000	
	Na-fluoruro	100-500	
	Na-silicato	250-500	~ 7
	$Cr_2(SO_4)_3\,nH_2O$	100-200	
barite-calcite e/o silice (eventualm. celestina, stronzianite, witherite)	una delle precedenti combinazioni + K-bicromato	200-800	~ 7

gli Autori passano a considerare la flottazione delle granulometrie fini, di cui si dirà successivamente, per concludere sui diagrammi di trattamento consigliabili in rapporto alle varie associazioni: in particolare essi confermano l'utilità di una flottazione preliminare collettiva dei solfuri (proponendo invece di lasciare il recupero degli ossidati di Pb e Zn ad una sezione di coda, successiva a quella per la flottazione della fluorite e/o barite, ad evitare le conseguenze nocive dei reattivi del tipo solfuro di sodio ed ammine, residuati nella torbida). La successiva sequenza di flottazione dovrebbe anteporre il recupero di quella tra le due specie (fluorite o barite) che si trova in maggiori proporzioni, avendo cura di affinare al massimo l'operazione di esaurimento in coda ad ogni circuito principale, per limitare le proporzioni dei minerali da deprimere nel circuito successivo e senza insistere in modo particolare sul ripasso dei concentrati. I problemi di *recupero delle acque* possono essere affrontati con un eventuale addensamento interstadio ed utilizzando un riciclo delle acque stesse, separato per ciascuno stadio, ovvero globale, ma dopo eliminazione dei reattivi residui.

La memoria di GHIANI e MASSACCI e quella di GHIANI, cui accennerò in seguito, non trascurano l'aspetto ecologico del problema della flotta-

zione della fluorite, ricordando l'influenza nociva di taluni reattivi residuati nelle acque di scarico (in particolare dei cromati e bicromati, contenenti cromo esavalente). Dette acque sono rigenerabili riducendo il cromo contenuto a trivalente, in ambiente alcalino, con solfato ferroso e successivamente precipitandolo a composto insolubile, oppure — con qualche difficoltà tecnico-economica — fissandolo su resine scambiatrici.

Gli Autori ricordano anche la possibilità di riutilizzo integrale dei limi un tempo giudicati sterili, a base calcarea o quarzoso-silicatica. Qui le soluzioni enunciate stanno nell'ambito delle possibilità teoriche: la valorizzazione integrale dei grezzi calcarei per flottazione diretta od inversa dei carbonati, come materie prime da cementeria, oppure la produzione di concentrati di quarzo, per flottazione dei silicati femici e degli idrosilicati, seguita da ulteriore flottazione del quarzo con agenti cationici, possono sembrare programmi avveniristici. Non lo sono invece troppo, se si considerano le necessità di salvaguardia dell'ambiente, su cui si appunta vieppiù l'attenzione del mondo intiero, unite all'interesse economico che la valorizzazione integrale dei grezzi e dei minerali poveri può rappresentare in molti casi.

5 - *La flottazione selettiva della fluorite dalla barite*

Intendo, prima di passare ad altro argomento, aprire ancora una parentesi, per citare l'interessante contributo portato da MARCELLO GHIANI con la nota « *Problemi concernenti la modulazione della separazione per flottazione fluorite-barite* ». La mano di lucido ed appassionato sperimentatore di questo autore, con ampiezza di documentazione e di risultati di laboratorio, ha ampliato lo scorcio sul delicato problema della flottazione della fluorite in presenza di barite: tema da tempo trattato, sul quale la memoria presenta una messa a punto sperimentale, con riferimento sia a miscele artificiali, che a due grezzi industriali sardi, utilizzando reattivi carbossilici per la fluorite e bicromati e ligninsulfonati per la depressione della barite. L'Autore ha sistematicamente preso in esame le differenti variabili in gioco: pH, dosi di deprimente, dosi di collettore, granulometria del grezzo, per esaminare le conseguenze sul recupero e sul tenore dei prodotti, avendo ancora cura di trattare a parte il caso in cui la barite si presenti nel grezzo da flottare come residuo di una precedente flottazione e risulti previamente condizionata con alchilsolfati.

Enuncio semplicemente i risultati fondamentali della sperimentazione, che sono documentati dai grafici che ognuno può seguire sugli estratti distribuiti:

1) la miglior selettività del processo — sacrificando qualche punto

sul recupero, per insistere sull'ottenimento di flottati di grado acido — si verifica in un campo di pH prossimo alla neutralità.

2) le dosi di bicromato e di ligninsulfonato ottimali sono da ritrovarsi tra gli 800 ed i 1000 g/t (fig. 1); tuttavia per il ligninsulfonato esiste un limite di dosatura superiore, oltre cui si manifesta un peggioramento della selettività della separazione; inoltre le dosi di collettore necessarie in questo caso sono più elevate;

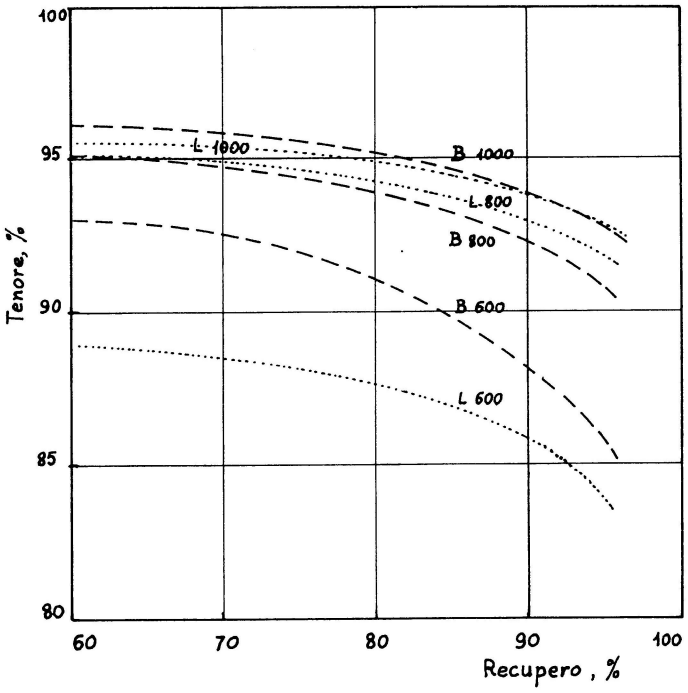


FIG. 1 - *Relazione tra tenori di fluorite nei concentrati e recuperi di fluorite, utilizzando differenti dosi di biocromato potassico* (**B**, g/t) *e di ligninsulfonato di calcio* (**L**, g/t)

3) se sono presenti notevoli quote di fini, minori di 37 μm, l'uso di bicromato non determina sensibili diminuzioni nella qualità del prodotto fluoritico, mentre si verifica un peggioramento netto della selettività con l'uso di ligninsulfonato;

4) se la barite è preliminarmente collezionata con alchilsolfati, non vi sono possibilità di sua depressione ulteriore con ligninsulfonato; invece il bicromato, ad elevate concentrazioni e senza influire sulla fluorite, consente ancora un soddisfacente recupero di quest'ultimo minerale.

Per due grezzi industriali, dotati di tenore originario di fluorite del 56,3 e del 28,5 % e con quantitativi complementari di barite, i risultati precedenti vengono confermati, raggiungendosi in entrambi i casi i tenori del grado acido rispettivamente con 2 e 5 rilavaggi e con recuperi finali nei concentrati dell'ordine dell'83 %.

In conclusione, la tecnica della depressione della barite con bicromati presenta maggiore semplicità e flessibilità, consentendo di ottenere nella generalità dei casi migliori risultati tecnici globali.

6 - *Problemi tecnico-economici derivanti dal trattamento di minerali fini.*

Il tema del miglioramento del recupero dei fini nelle laverie trattanti per flottazione grezzi fluoritici di caratteristiche tradizionali è stato affrontato da GHIANI-MASSACCI e da CLERICI-MORANDINI nel contesto di altri argomenti, sia per brevità espositiva, che come sintesi della collaborazione di più autori, anche con l'encomiabile intento di evitare una troppo spinta moltiplicazione degli scritti. Il meccanismo dell'adsorbimento selettivo dei collettori e la cinetica della flottazione concorrono a rendere difficile, lenta, costosa per consumo di reattivi e scarsamente selettiva la flottazione dei grani molto fini, ed in particolare di quelli inferiori a 10-20 μm. A parte il drastico provvedimento della slimatura preliminare e dell'eliminazione degli schlamms, appare conveniente tentare di migliorare i recuperi globali trattando invece anche le classi più difficili, sfruttando l'azione imbibente, disperdente e peptizzante di appositi agenti, quali i fosfati, le miscele di silicato sodico con sali metallici, i reattivi non-ionici del tipo poliossietilenico.

I limi di flottazione, derivanti in particolare dagli sfiori di addensamento, ed i finissimi primari sono senz'altro addizionabili in tali condizioni al circuito di flottazione principale, eventualmente dopo sgrossatura separata preliminare. Per motivi connessi al minor consumo di reagenti, alla più ridotta complicazione dell'impianto, alla migliore stabilità di marcia ed anche alla più facile filtrazione, gli autori che hanno qui riferito sul problema preferiscono adottare la tecnica di condizionamento separato dei finissimi, con le condizioni più appropriate alle diverse frazioni granulometriche, procedendo poi ad una flottazione della miscela in un unico circuito. Le prove sperimentali di GHIANI-MASSACCI e quelle di carattere industriale citate da CLERICI-MORANDINI (« *Sul trattamento di materiali fluoritici fini primari e secondari* ») concordano sulla possibilità di addizionare sino al 20 % di limi ad un normale circuito di flottazione, in corrispondenza di alimentazioni con circa il 40 % di minore di 400 mesh, sempre garantendo la produzione di fluorite di grado acido. A maggior ragione il fatto può risultare interessante quando si consideri che, per motivi di fragilità differenziale, la

fluorite si accentra nelle classi fini: si può infatti rilevare dai dati forniti che — mentre le frazioni maggiori di 400 mesh d'uno sterile possono contenere il 5 % circa di fluorite, tal tenore raddoppia in quelle fini a causa dell'apporto dei limi di sfioro.

Nel caso pratico citato da CLERICI-MORANDINI, il recupero globale dell'impianto è in grado di salire dall'85 % all'88 % circa, dopo l'introduzione della ripresa delle classi finissime: piccola cosa apparentemente, che tuttavia ribadisce l'utilità di considerare accanto ai temi principali di studio anche quelli minori, di cui soprattutto è intessuta la vita economica delle imprese estrattive.

Corrispondentemente, nell'ipotesi che il beneficio economico sia computabile sulla base della quota del 10 % del fatturato e supponendo che le modifiche da introdurre per il trattamento dei fini intervengano marginalmente sul costo globale di impianto e di esercizio, un incremento di recupero globale dell'1 % porterebbe ad un incremento relativo del beneficio dell'ordine del 10 %: elemento assai significativo per la possibilità di vita di molti impianti.

7 - *Ricerche di base sulle caratteristiche della fluorite*

Una fisionomia del tutto particolare presenta la comunicazione di CARTA - CICCU - DEL FÀ - FERRARA - GHIANI - MASSACCI (« *Progressi nella conoscenza delle caratteristiche elettrofisiche e strutturali della fluorite e dei minerali con essa associati* »): si tratta di una memoria ad alto livello scientifico, che prosegue nella tradizione della scuola di Cagliari, intesa a raccordare gli elementi di base della fisica dello stato solido con le scienze applicate, ed in particolare con la separazione dei minerali.

Nel caso particolare, viene evidenziato — con la discussione sulla struttura dei livelli energetici degli elettroni nei solidi, con la puntualizzazione dei difetti strutturali nei semiconduttori, nonchè dell'importanza delle contaminazioni superficiali della fase solida da parte dell'ambiente circostante — il legame concettuale che può essere instaurato fra il caricamento triboelettrico (e connesse possibilità di separazione) e la flottazione. Come possono accostarsi due aspetti così diversi di fenomeni di superficie? Come elemento di loro raccordo può essere assunto il livello di Fermi, definente l'energia media degli elettroni che possono essere interessati dagli scambi nei fenomeni elettrici ed elettrochimici: nel *caricamento triboelettrico*, il corpo avente livello di Fermi più elevato tra due corpi a contatto cede elettroni all'altro, cosicchè quest'ultimo risulterà in definitiva caricato di segno negativo, e viceversa. In *flottazione* invece l'innalzamento del livello di Fermi per un dato minerale può influire negativamente sull'adsorbimento di anioni sulla sua superficie, mentre può agire in senso contrario nei riguardi dei cationi, cosi intervenendo sul meccanismo del collezionamento.